

บทความปริทัศน์

(Review article)

การทบทวนวรรณกรรมเครื่องมือประเมินทางด้านการยศาสตร์จิตภาพ

Review of cognitive ergonomics assessment methods

ทศพล บุตรมี*

Totsapon Butmee

คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Faculty of Public Health, Naresuan University

(totsaponb@gmail.com)

*ผู้รับผิดชอบหลัก

Received: August 16, 2021/ Revised: November 15, 2021/ Accepted: November 20, 2021

บทคัดย่อ: Cognitive Ergonomics หรือ การยศาสตร์จิตภาพ เป็นโดเมนหนึ่งของศาสตร์ทางด้านการยศาสตร์ (ergonomics) และยังเป็นเรื่องใหม่ในสังคมวิชาการในประเทศไทย จากการทบทวนงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าในต่างประเทศได้ให้ความสนใจงานวิจัยทางด้านนี้มากขึ้น สำหรับในประเทศไทยงานวิจัยด้านนี้ยังไม่มีการศึกษาอย่างแพร่หลายและยังไม่มีการเผยแพร่บทความทางวิชาการในเรื่องนี้มากนัก ดังนั้นในบทความนี้ได้สรุปคำนิยาม ตัวอย่างงานวิจัย และวิธีในการประเมินทางด้านการยศาสตร์จิตภาพ ใน 2 ประเด็นที่สำคัญได้แก่ 1) การประเมินภาระงานด้านความคิด (mental workload assessment) 2) การตระหนักในสถานการณ์ (situation awareness) ในแต่ละประเด็นจะอธิบายวิธีที่ใช้วัดและประเมินที่หลากหลาย ซึ่งนักวิจัยและผู้สนใจสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานวิจัยทางด้าน cognitive ergonomics ต่อไป

คำสำคัญ: การยศาสตร์จิตภาพ; ภาระงานด้านความคิด; การตระหนักต่อสถานการณ์

ABSTRACT: Cognitive Ergonomics is one of the Ergonomics domains, and this is a new topic of academic society in Thailand. According to literature review, this topic has been gradually interested in research society around the world. However, this research domain is not widely investigated in Thailand. Limit of cognitive ergonomics research has been published in Thailand. Thus, this article summarized the definition of Cognitive Ergonomics and provided research examples and methods to investigate Cognitive Ergonomics. Particularly, two main topics were discussed in this article including Mental Workload and Situation Awareness. Each topic described the several techniques and methods to assess these issues. It is expected that this article is useful for the researchers in cognitive ergonomics research area.

Keywords: Cognitive ergonomics; Mental workload; Situation awareness

1. บทนำ

การยศาสตร์ หรือ ergonomics คือสหวิทยาการที่ศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และองค์ประกอบอื่นๆในระบบ เพื่อนำความรู้ หลักการ วิธีการต่างๆในการจัดสภาพงานให้เหมาะสม ปลอดภัย และเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน ขอบเขตของงานด้านการยศาสตร์สามารถแบ่งออกเป็น 3 โดเมนหลัก¹ ได้แก่: 1) physical ergonomics (การยศาสตร์กายภาพ) เช่น การศึกษาท่าทางการทำงานที่ไม่เหมาะสม การศึกษาความเสี่ยงจากการยกของ โรคและความผิดปกติของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อเนื่องจากการทำงาน (Work-related Musculoskeletal disorder - WMSDs) การวัดสัดส่วนร่างกายเพื่อการออกแบบ (anthropometry) การศึกษาทางด้านชีวกลศาสตร์ (biomechanics); 2) cognitive ergonomics (การยศาสตร์จิตภาพ) เช่น ภาระงานด้านความคิด (mental workload) การตระหนักในสถานการณ์ (situation awareness) การตัดสินใจ (decision-making) ประสิทธิภาพการทำงาน (task performance) และ 3) organizational ergonomics (การยศาสตร์องค์กร) เช่น การสื่อสาร การออกแบบวิธีการทำงาน ทีมงาน สังคมการยศาสตร์ (community ergonomics) จากการทบทวนวรรณกรรมที่ผ่านมาพบว่าในต่างประเทศให้ความสำคัญกับงานวิจัยทางด้านการยศาสตร์จิตภาพ (cognitive ergonomics) มากขึ้น สำหรับในประเทศไทยศาสตร์ทางด้านนี้ยังไม่เป็นที่แพร่หลายมากนัก ดังนั้นในบทความนี้จะกล่าวถึง คำนิยาม

ความสำคัญ ตัวอย่างงานวิจัยและการประเมินด้านการยศาสตร์จิตภาพ (cognitive ergonomics) เพื่อเป็นที่รู้จักและส่งเสริมให้เกิดความสนใจในงานวิจัยด้านการยศาสตร์จิตภาพในประเทศไทยมากขึ้น

2. คำนิยามของ Cognitive Ergonomics และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Cognitive Ergonomics เป็นการศึกษาเกี่ยวกับ การใช้และการออกแบบการทำงานให้เหมาะสมกับขีดความสามารถทางด้านการคิดวิเคราะห์ของผู้ใช้งาน¹ โดยอาศัยความรู้ทางด้านการรับรู้ (human perception) การประมวลผลทางด้านการคิด (mental processing) และความจำ (memory) สถาบันส่งเสริมความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน (องค์การมหาชน)² ได้นิยามชื่อ cognitive ergonomics เป็นภาษาไทยว่า “การยศาสตร์ด้านจิตภาพ” งานวิจัยทางด้านนี้ในประเทศไทยยังไม่ค่อยมีความแพร่หลายมากนัก สำหรับในต่างประเทศได้ให้ความสำคัญของงานวิจัยด้าน cognitive ergonomics มากขึ้น โดยเฉพาะในวงการอุตสาหกรรมนิวเคลียร์ การออกแบบห้องควบคุม การควบคุมจราจรทางอากาศ การขนส่ง และการแพทย์

ตัวอย่างการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ cognitive ergonomics เช่น Reinerman-Jones, Matthews, และ Mercado³ ศึกษาเกี่ยวกับการขาดการระมัดระวังอันตราย (loss of vigilance) ภาระงานด้านความคิดและความเครียด (mental workload and stress) ในห้องควบคุมโรงงานนิวเคลียร์ ผู้วิจัยรายงานว่าในแต่ละงานในโรงงานนิวเคลียร์พนักงานมีระดับภาระงานด้านความคิด (mental workload) ที่แตกต่างกัน ในงานตรวจสอบระบบพนักงานมีโอกาสที่จะขาดการระมัดระวังอันตรายมากที่สุดและพนักงานมีระดับภาระงานด้านความคิด (mental workload) ที่สูงกว่างานอื่น ผู้วิจัยยังพบว่าระดับการระมัดระวังอันตราย (vigilance) ที่ลดลงส่งผลให้ประสิทธิภาพการทำงานลดลงอีกด้วย อีกตัวอย่างงานวิจัยที่น่าสนใจของ Fernandes และ Braarud⁴ ศึกษาเกี่ยวกับประสิทธิภาพการทำงาน (task performance) ภาระงานด้านความคิด (mental workload) และการรับรู้ต่อสถานการณ์ (situation awareness) ในห้องควบคุมโรงงานนิวเคลียร์ ในงานวิจัยนี้ประเมินระดับ mental workload โดยใช้แบบประเมิน NASA-TLX ทดสอบการรับรู้ต่อสถานการณ์ (situation awareness) โดยใช้วิธี Situation Awareness Control Room Inventory (SACRI) และประเมินประสิทธิภาพการทำงาน โดยวิธี Operator Performance Assessment System (OPAS) ผู้วิจัยรายงานว่า ระดับ mental workload และ situation awareness สามารถใช้ทำนายประสิทธิภาพการทำงานของพนักงานได้ อีกหนึ่งตัวอย่างงานวิจัยทางการขับขี่โดย Stapel, Mullakkal-Babu และ Happee⁵ ศึกษา ระดับ mental workload ในผู้ที่ขับระบบอัตโนมัติ (automated driving) เทียบกับการขับขี่ปกติ (manual driving) ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างที่เคยมีประสบการณ์ในการขับระบบอัตโนมัติมีระดับ mental workload ที่ต่ำ แต่กลุ่มตัวอย่างที่ไม่เคยมีประสบการณ์ในการขับระบบอัตโนมัติมีระดับ mental workload ที่สูงเท่ากับการขับแบบปกติ (manual driving)

ที่กล่าวมานี้เป็นตัวอย่างเพียงส่วนหนึ่งของงานวิจัยทางด้านการยศาสตร์จิตภาพ (cognitive ergonomics) ในต่างประเทศ จะเห็นได้ว่ามีการใช้เครื่องมือและวิธีการที่หลากหลายในแต่ละการศึกษา หัวข้อต่อไปจะกล่าวถึงวิธีการประเมินทางด้านการยศาสตร์จิตภาพ ที่สำคัญ

3. การประเมินทางด้านการยศาสตร์จิตภาพ (Cognitive ergonomics assessment)

ดังที่กล่าวข้างต้นในบทความนี้จะกล่าวถึงวิธีและเครื่องมือการประเมินทางด้านการยศาสตร์จิตภาพ (cognitive ergonomics) ใน 2 ประเด็นที่สำคัญดังต่อไปนี้

3.1 การประเมินภาระงานด้านความคิด (Mental workload assessment)

Mental Workload ภาระงานด้านความคิดหรือภาระงานด้านจิตใจคือ ปริมาณงานด้านการคิดวิเคราะห์ที่ผู้ปฏิบัติงานใช้เพื่อจัดการกับความต้องการงาน (task demand) ในแต่ละงานนั้นๆ mental Workload มีความสัมพันธ์กับความต้องการของงาน (task demand) และประสิทธิภาพการทำงาน (task performance) งานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าถ้าผู้ปฏิบัติงานมีระดับภาระงานด้านความคิดที่เหมาะสม (optimal mental workload) ส่งผลให้การทำงานมีประสิทธิภาพที่ดี⁶ ระดับภาระงานด้านความคิดที่ไม่เหมาะสม (suboptimal mental workload) ส่งผลให้ประสิทธิภาพการทำงานที่แย่ลง (task performance degradation) และก่อให้เกิดความผิดพลาดของมนุษย์ (human error) เช่นในงานวิจัยทางการขับขี่ของ Paxion, Galy และ Berthelon⁷ รายงานว่าสิ่งแวดล้อมในการขับขี่ที่ซับซ้อน ได้แก่ การขับขึ้นถนนในเมืองที่มีทางโค้งจำนวนมากและการจราจรหนาแน่น ส่งผลให้ผู้ขับขี่มีระดับภาระงานด้านความคิดที่มากเกินไป (overload) และทำให้ประสิทธิภาพการขับขี่ลดลง นอกจากนี้ระดับภาระงานด้านความคิดที่ต่ำเกินไป (underload) ก็ส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงานด้วยเช่นกัน เช่นในงานวิจัยของ De Winter⁸ รายงานว่า การขับรถยนต์ระบบอัตโนมัติ (automated driving) ทำให้ระดับ mental workload ของผู้ขับขี่ลดลงเป็นอย่างมากและยังส่งผลให้ทักษะการขับขี่ลดลง

วิธีการประเมินระดับ mental workload มีหลายวิธี โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มหลัก⁹ ได้แก่

3.1.1 การประเมินโดยใช้แบบประเมินความรู้สึก (subjective techniques) ในช่วงหลายปีที่ผ่านมาแบบประเมินมากมายถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้ประเมิน mental workload แบบประเมิน mental workload แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มหลักคือ แบบมาตราส่วนเดียว (uni-dimensional scale) และแบบหลายมาตราส่วน (multi-dimensional scale) แบบประเมินที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายได้แก่ NASA-Task Load Index (NASA-TLX) Rating Scale Mental Effort (RSME) Modified Cooper-Harper (MCH) และ Subjective Workload Assessment Technique (SWAT)

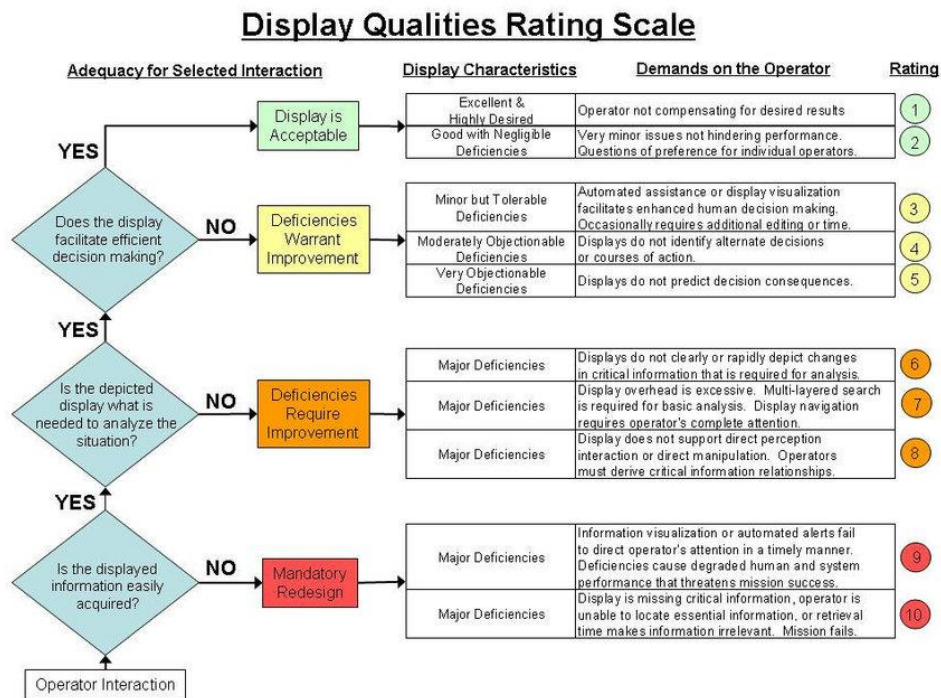
- National Aeronautics and Space Administration's Task Load Index (NASA-TLX) วิธีนี้นับได้ว่าเป็นวิธีที่ได้รับความนิยมและถูกนำไปใช้มากที่สุดในการวัด mental workload แบบ subjective techniques ซึ่งถูกพัฒนาขึ้นครั้งแรกโดย Hart & Staveland¹⁰ เพื่อใช้ทดสอบระดับ mental workload ของนักบินอวกาศ แบบประเมินนี้เป็นแบบหลายมาตราส่วน (multi-dimensional scale) โดยมีมาตราส่วนย่อย 6 ด้าน ได้แก่: 1) mental demand; 2) physical demand; 3) temporal demand; 4) performance demand; 5) effort demand; 6) frustration demand โดยให้ผู้ถูกประเมินให้ระดับคะแนนในแต่ละด้าน ซึ่งคะแนนเริ่มจาก 1 (low) ถึง 20 (high) อีกทั้งยังมีขั้นตอนของการ weight น้ำหนักของแต่ละมาตราส่วนย่อย สุดท้ายค่าคะแนนจะออกมาเป็น overall workload ระหว่าง 0 ถึง 100

- Subjective Workload Assessment Technique (SWAT) ถูกพัฒนาขึ้นโดย Reid และ Nygren¹¹ เพื่อใช้วัด mental workload ของนักบิน แบบประเมินนี้เป็นแบบหลายมาตราส่วน (multi-dimensional scale) โดยมีมาตราส่วนย่อย 3 ด้าน ได้แก่: time load; 2) mental effort load; และ 3) psychological stress load ในแต่ละมาตราส่วนจะมีคะแนน 1-3 หลังจากนั้นคะแนน overall workload จะถูกคำนวณระหว่าง 1-100

- Rating Scale Mental Effort (RSME) ถูกพัฒนาขึ้นครั้งแรกโดย Zijlstra¹² แบบประเมินนี้เป็นแบบมาตราส่วนเดียว (uni-dimensional scale) โดยจะมีคำถามเพียงข้อเดียว ได้แก่ “How much effort it took for you to complete the task you have just finished (คุณต้องพยายามมากแค่ไหนเพื่อที่จะให้งานที่คุณเพิ่งทำสำเร็จ)” โดยให้ผู้ถูกประเมินให้คะแนนตั้งแต่ 0 (absolutely no effort โดยไม่ต้องใช้ความพยายาม) ถึง 150 (extreme effort ต้องใช้ความพยายามอย่างที่สุด)

- Modified Cooper-Harper (MCH) ถูกพัฒนาขึ้นโดย Wierwille และ Casali¹³ เพื่อใช้ทดสอบระดับ mental workload ของนักบิน โดยมีหลักการพื้นฐานว่าระดับความยากของงานมีความสัมพันธ์โดยตรงกับระดับ

mental workload แบบประเมินนี้เป็นแบบมาตราส่วนเดียว (uni-dimensional scale) แบบแผนภูมิต้นไม้ ผลการประเมินจะแสดงออกมาเป็นระดับ 1-10 (1 = excellent/ highly desirable, 10 = major deficiencies) รูปที่ 1 แสดงตัวอย่างแบบประเมิน Modified Cooper-Harper (MCH) ที่นำไปประยุกต์ใช้ในงานวิจัยของ Donmez¹⁴



รูปที่ 1 แสดงการประยุกต์ในแบบประเมิน Modified Cooper-Harper (MCH) ในงานวิจัย¹⁴

การวัด mental workload โดยวิธี subjective measures เป็นวิธีที่ง่าย สะดวก รวดเร็ว ประหยัดและไม่ต้องการเครื่องมือที่ซับซ้อนมาก ดังนั้นในงานวิจัยทางด้านนี้จึงนิยมใช้วิธีนี้อย่างแพร่หลาย แต่อย่างไรก็ตามการวัดแบบ subjective อาศัยความรู้สึของผู้ถูกประเมินภายหลังการทำงานผ่านไปแล้ว ผู้ประเมินอาจมีอคติที่เกิดจากการระลึกความจำของผู้ถูกประเมิน (recall bias) เกิดขึ้นได้

3.1.2 การประเมินด้วยการตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงของร่างกายโดยใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ (physiological technique) เมื่อมนุษย์มีระดับ mental workload ที่เปลี่ยนแปลงย่อมแสดงออกต่อปฏิกิริยาทางด้านร่างกาย นักวิทยาศาสตร์ได้พยายามพัฒนาเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์เพื่อตรวจวัดระดับ mental workload ในปัจจุบันเครื่องมือที่ได้รับการยอมรับและได้รับความนิยม ได้แก่

- Eye measurement (การวัดทางสายตา) เช่น eye blink rate (อัตราการกระพริบตา), eye blink duration (ระยะเวลาการกระพริบตา), pupil diameter (ขนาดของรูม่านตา) และ electrooculogram (EOG) (สัญญาณไฟฟ้าของดวงตา)

- Measures of cardiac functions (การวัดในระบบหัวใจและหมุนเวียนเลือด) เช่น heart rate (HR) (อัตราการเต้นของหัวใจ), heart rate variability (HRV) (ความผันแปรของอัตราการเต้นของหัวใจ), inter-beat-interval (IBI) (ช่วงเวลาระหว่างการเต้นของหัวใจแต่ละครั้ง) และ electrocardiogram (EKG) (คลื่นไฟฟ้าหัวใจ)-

- measures of brain functions การวัดในระบบสมอง เช่น electroencephalogram (EEG) คลื่นไฟฟ้าสมอง
- Measures of muscle functions การวัดในระบบกล้ามเนื้อ เช่น electromyogram (EMG) (คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ)

วิธีและขั้นตอนในการวัด mental workload โดยใช้เครื่องมือทางด้านวิทยาศาสตร์มีรายละเอียดที่มาก ต้องใช้ทรัพยากรและงบประมาณที่สูง ต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญในการแปลผลค่าต่างๆ อีกทั้งอาจมีปัจจัยรบกวนที่ต้องระวังในการแปลผล ดังนั้นวิธีนี้จึงไม่นิยมมาใช้งานงานวิจัยในภาคสนามมากนัก ส่วนใหญ่จะใช้ในห้องทดลองและห้องจำลองสถานการณ์ (simulator) มากกว่า

3.1.3 การประเมินจากประสิทธิภาพการทำงาน (task performance measures) การวัดประสิทธิภาพของงานเป็นอีกวิธีหนึ่งที่แสดงระดับภาระงานทางด้านความคิด โดยมีพื้นฐานหลักการที่ว่าถ้ามนุษย์มีระดับ mental workload ที่ไม่เหมาะสมย่อมส่งผลให้ประสิทธิภาพการทำงานลดลง ในงานวิจัยทางด้าน mental workload สามารถแบ่งการประเมินประสิทธิภาพการทำงานออกเป็น 2 กลุ่มหลักด้วยกัน^{15, 16} ได้แก่ 1) การวัดประสิทธิภาพการทำงานหลัก (primary task performance measures) และ 2) การวัดประสิทธิภาพการทำงานรอง (secondary task performance measures) การวัด mental workload โดยการประเมินจากประสิทธิภาพการทำงาน ได้รับการยอมรับว่ามีความอ่อนไหว (sensitivity) มากที่สุดเมื่อเทียบกับวิธีอื่น แต่อย่างไรก็ตามวิธีนี้มีข้อด้อยคือ อาจจะไปรบกวน (intrusiveness) การปฏิบัติงานของผู้ถูกประเมินได้

เครื่องมือประเมินทางด้าน mental workload มีหลากหลายวิธี การจะเลือกใช้วิธีใดจะต้องพิจารณาจากหลายปัจจัยได้แก่^{17,18}

- Sensitivity สามารถวัดต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับ mental workload ได้จริง
- Diagnosticity สามารถบอกแหล่งของ mental workload ได้ การวัดบางวิธีเช่น uni-dimensional subjective rating ไม่สามารถประเมินแหล่ง workload ได้ ส่วน multi-dimensional subjective rating ตัวอย่างแบบประเมิน NASA-TLX สามารถบอกแหล่งของ mental workload ได้ เช่น mental demand หรือ physical demand
- Intrusiveness เครื่องมือที่ใช้ทดสอบต้องไม่รบกวนการทำงาน เช่น การประเมินโดยวิธี secondary task measures และ physiological technique บางวิธีอาจรบกวนการทำงานของผู้ถูกประเมิน
- Implementation requirements ความเป็นไปได้และทรัพยากรที่มีอยู่ เช่น การประเมินแบบ Physiological technique อาจต้องใช้เครื่องมือที่มีราคาแพง และต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านในการทดสอบ ดังนั้นในบางงานวิจัยอาจไม่เหมาะสมที่จะใช้วิธีนี้
- Operator acceptance การให้ความร่วมมือของผู้ถูกประเมิน เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่สำคัญที่จะเลือกใช้การประเมินแบบใด การเลือกใช้วิธีใดควรที่จะได้รับการยอมรับจากผู้ถูกประเมิน

การประเมินในแต่ละวิธีมีข้อดีข้อด้อยที่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงแนะนำว่าในงานวิจัยควรประยุกต์ใช้หลายวิธีร่วมกันในการประเมิน mental workload มากกว่าการเลือกใช้วิธีใดวิธีหนึ่งเพียงวิธีเดียวเพื่อผลการวิจัยที่มีความแม่นยำและน่าเชื่อถือ

3.2 Situation awareness measurement

Situation awareness (SA) คือการรับรู้ถึงสถานการณ์เพื่อตัดสินใจในการหลีกเลี่ยงความเสี่ยงหรือ อันตราย¹⁹ ในงานวิจัยทางด้านการยศาสตร์จิตภาพ (cognitive ergonomics) มีการศึกษาเรื่องนี้มากมายโดยเฉพาะวงการอุตสาหกรรมการบิน การควบคุมเครื่องจักร การควบคุมระบบอัตโนมัติ การควบคุมกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมนิวเคลียร์ เป็นต้น วิธีการประเมิน Situation Awareness มีหลากหลายมากกว่า 30 วิธี เครื่องมือประเมิน SA ในงานวิจัยทางด้าน cognitive ergonomics หรือ human factors แบ่งออกเป็น 5 กลุ่ม²⁰ ได้แก่

3.2.1 Freeze probe recall techniques เป็นการประเมิน SA ขณะผู้ถูกประเมินปฏิบัติงาน ขั้นตอนการประเมินโดยวิธีนี้คือ ระหว่างผู้ถูกประเมินปฏิบัติงานตามปกติ เช่น ขณะที่ผู้ควบคุมการจราจรทางอากาศกำลังควบคุมหน้าจอเรดาร์การบิน หน้าจอควบคุมจะหยุดการทำงานและถูกทำให้ว่างเปล่าชั่วคราว (randomly frozen)

และจะมีชุดของคำถามด้าน SA ปรากฏขึ้นให้ผู้ถูกประเมินตอบ ผู้ถูกประเมินต้องตอบสนองต่อชุดคำถามนั้นตามความรู้และความเข้าใจของผู้ถูกประเมิน หลังจากนั้นคะแนน SA จะถูกคำนวณหลังเสร็จสิ้นการประเมิน ข้อดีของวิธีนี้คือสามารถประเมินระดับ SA ได้โดยตรงขณะปฏิบัติงาน แต่ข้อเสียคืออาจรบกวนการทำงานได้ ดังนั้นวิธีนี้จึงนิยมใช้ในการวิจัยในห้องทดลองเท่านั้น ตัวอย่าง วิธีที่ได้รับความนิยมมากที่สุดในกลุ่มนี้คือ *Situation Awareness Global Assessment Technique (SAGAT)*²¹

3.2.2 Real-time probe techniques เป็นวิธีที่พัฒนาขึ้นจากข้อเสียของวิธี freeze probe โดยคำถามจะถูกถามไปยังผู้ถูกประเมินก่อนหรือระหว่างปฏิบัติงาน โดยวิธีนี้จะไม่มีการหยุดการทำงาน (no freeze) เนื้อหาของคำตอบและเวลาในการตอบคำถามจะถูกนำมาใช้คำนวณระดับ SA วิธีการประเมินที่ได้รับความนิยมในกลุ่มนี้คือ *Situation Present Assessment Method (SPAM)* ถูกพัฒนาโดย Durso²² เพื่อประเมิน SA ใน ผู้ควบคุมจราจรการบิน (air traffic controller) ลักษณะคำถามใน SPAM เช่น ระหว่างเครื่องบินลำ A หรือ B ลำไหนสูงที่สุดโดยคำถามจะถูกถามไปยังโทรศัพท์ ความถูกต้องและเวลาในการตอบคำถามจะถูกนำมาคำนวณระดับ SA

3.2.3 Post-trial subjective rating techniques เป็นวิธีการวัดความรู้สึก (subjective assessments) โดยจะให้ผู้ถูกประเมินตอบแบบวัด SA ที่ออกแบบมาเป็นแบบเรตติ้งสเกล ภายหลังเสร็จสิ้นการทำงาน ข้อดีของวิธีนี้คือ ง่าย รวดเร็ว และไม่รบกวนการทำงาน แต่อาจจะมีข้อเสียเหมือน post subjective techniques อื่น คือผู้ถูกประเมินไม่สามารถจำได้ (recall bias) แบบประเมินที่ได้รับความนิยมมากที่สุดในการวัด SA โดยวิธีนี้ได้แก่ *Situation Awareness Rating Technique (SART)* ซึ่งถูกพัฒนาขึ้นโดย Taylor²³ โดยมีคำถามย่อยทั้งหมด 10 ข้อ แต่ละข้อมีคะแนนเรตติ้งตั้งแต่ 1-7 (1 = ต่ำ, 7 = สูง)

3.2.4 Observer rating techniques วิธีนี้เป็นวิธีที่ถูกใช้มากที่สุดในการวัด SA ในภาคสนาม วิธีการคือให้ผู้ประเมินให้คะแนน SA แก่ผู้ถูกประเมินระหว่างปฏิบัติงาน โดยพิจารณาถึงพฤติกรรมของผู้ถูกประเมินและประสิทธิภาพของงาน อย่างไรก็ตามวิธีนี้ก็ถูกตั้งคำถามในเรื่องความถูกต้องน่าเชื่อถือ (validity) เช่น ประสิทธิภาพการทำงานที่ดีเท่ากับการมี SA ที่ดีจริงหรือไม่ แบบประเมิน *Situation Awareness Behavioural Rating Scale (SABARS)* เป็นตัวอย่างหนึ่งที่ใช้ในการประเมินโดยวิธีนี้²⁴

3.2.5 Process indices คือการใช้เครื่องมือทางด้านวิทยาศาสตร์วัดพฤติกรรมแสดงออกของร่างกายผู้ถูกประเมิน เช่น การใช้เครื่องมือวัดพฤติกรรมทางสายตา (eye tracker)²⁵ ในการวัดพฤติกรรมการกระพริบตา ระยะเวลาในการกระพริบตา จุดที่สายตาโฟกัส ซึ่งสามารถบอกได้ว่าผู้ถูกประเมินมีความตั้งใจ (attention) อยู่ในการทำงานหรือไม่ ซึ่งเป็นการบ่งบอกถึง SA แต่อย่างไรก็ตามวิธีนี้ก็มีความน่าเชื่อถือ (validity) ด้วยเช่นกัน

จะเห็นได้ว่าวิธีการประเมิน situation awareness มีหลากหลายวิธี แต่ละวิธีต่างมีข้อดีและข้อด้อยที่แตกต่างกัน การจะเลือกใช้วิธีใดนั้นขึ้นอยู่กับรูปแบบการวิจัยและทรัพยากรที่มีอยู่ อีกทั้งในงานวิจัยควรประยุกต์ใช้หลายวิธีร่วมกันในการประเมิน SA เพื่อความถูกต้อง แม่นยำ และน่าเชื่อถือ ไม่ควรใช้วิธีใดวิธีหนึ่งอย่างเดียวในการประเมิน

4. สรุป

การปฏิบัติงานในปัจจุบันและอนาคตมีการพัฒนาเทคโนโลยีมาช่วยในการผ่อนแรงแก่ผู้ปฏิบัติงานมากขึ้น ผู้ปฏิบัติงานอาจไม่จำเป็นต้องใช้แรงกายในการทำงานในท่าทางที่ไม่เหมาะสมอีกต่อไป แต่การใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ ผู้ปฏิบัติงานจำเป็นต้องใช้กระบวนการคิดวิเคราะห์เพื่อประมวลผลข้อมูล (information processing) ที่มีความซับซ้อนมากขึ้น ประเด็นปัจจัยเสี่ยงด้านการยศาสตร์กำลังเปลี่ยนจากปัญหาด้านการยศาสตร์กายภาพ (physical ergonomics) เป็นการยศาสตร์จิตภาพ (cognitive ergonomics) มากขึ้นควบคู่ไปกับการพัฒนาทางด้านเทคโนโลยี ดังนั้นงานวิจัยทางด้าน cognitive ergonomics จึงมีความสำคัญเพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง ผู้เขียนหวังเป็นอย่างยิ่งว่าบทความนี้จะเป็แนวทางให้นักการยศาสตร์และนักปัจจัยมนุษย์ในประเทศไทยเห็นถึงความสำคัญในประเด็นงานวิจัยทางด้าน cognitive ergonomics และผลิตผลงานวิจัยด้านนี้ให้มากขึ้นต่อไป

เอกสารอ้างอิง

1. Matt Middlesworth. Ergonomics 101: The definition, domains, and applications of ergonomics. 2021 [cited 2021 Jan 20]. Available from: <https://ergo-plus.com/ergonomics-definition-domains-applications/>
2. สถาบันส่งเสริมความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน (องค์การมหาชน). คู่มือการปรับปรุงการปฏิบัติงานยกและเคลื่อนย้ายวัสดุด้วยแรงกายตามหลักการยศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: บริษัท ชยากร พรินติ้ง จำกัด; 2562.
3. Reinerman-Jones L, Matthews G, Mercado JE. Detection tasks in nuclear power plant operation: vigilance decrement and physiological workload monitoring. Saf Sci. 2016;88:97-107.
4. Fernandes A, Braarud, PØ. Exploring measures of workload, situation awareness, and task performance in the main control room. Procedia Manuf. 2015;3:1281-8.
5. Stapel J, Mullakkal-Babu FA, Happee R. Automated driving reduces perceived workload, but monitoring causes higher cognitive load than manual driving. Transp Res F: Traffic Psychol Behav. 2019;60:590-605.
6. Young MS, Brookhuis KA, Wickens CD, Hancock PA. State of science: mental workload in ergonomics. Ergonomics 2015;58:1-17.
7. Paxion J, Galy E, Berthelon C. Mental workload and driving. Front Psychol. 2014;5:1344.
8. De Winter JC, Happee R, Martens MH, Stanton NA. Effects of adaptive cruise control and highly automated driving on workload and situation awareness: a review of the empirical evidence. Transp Res F: Traffic Psychol Behav. 2014;27:196-217.
9. Butmee T, Lansdown TC, Walker GH. Mental workload and performance measurements in driving task: a review literature. In: Bagnara S, Tartaglia R, Albolino S, Alexander T, Fujita Y. Editors. IEA 2018. Proceedings of the 20th Congress of the International Ergonomics Association; 2018 Aug 26-30; Florence: Italy. Cham: Springer Nature; 2018. p. 286-94.
10. Hart SG, Staveland LE. Development of NASA-TLX (Task Load Index): results of empirical and theoretical research. In: Hancock P, Meshkati N, editors, Human mental workload. North Holland: Amsterdam; 1988. p. 139-183.
11. Reid GB, Nygren TE. The subjective workload assessment technique: A scaling procedure for measuring mental workload. In: Hancock P, Meshkati N, editors, Human mental workload. North Holland: Amsterdam; 1988. p. 185-218.
12. Zijlstra FRH. Efficiency in work behaviour: A design approach for modern tools [Internet]. 1993 [cited 2021 Jan 20]. Available from: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=6863266>
13. Wierwille W, J Casali. A validated rating scale for global mental workload measurement applications. In: Pope AT, Haugh LD, editors. Proceedings of the Human Factors Society 27th

- Annual Meeting; 1983 Oct 10-14 Norfolk: USA. Santa Monica: Human Factors Society; 1983 p. 129-33.
14. Donmez B, Cummings ML, Graham HD, Brzezinski AS. Modified cooper harper scales for assessing unmanned vehicle displays. In: Messina E, Madhavan R, editors. Proceedings of the 10th Performance Metrics for Intelligent Systems Workshop; 2010 Sep 28-30 Baltimore: USA. New York: Association for Computing Machinery; 2010 p. 235-42.
 15. Cantin V, Lavallière M, Simoneaub M, Teasdale N. Mental workload when driving in a simulator: Effects of age and driving complexity. *Accid Anal Prev.* 2009;41:763-71.
 16. Longo L. A defeasible reasoning framework for human mental workload representation and assessment. *Behav Inf Technol.* 2015;34:758-86.
 17. de Waard D. The measurement of drivers' mental workload. Netherlands: Groningen University, Traffic Research Center; 1996.
 18. O'Donnell RD, Eggemeier FT. Workload assessment methodology. In: Boff KR, Kaufman L, Thomas JP editors. *Handbook of perception and human performance*. Volume 2. Cognitive processes and performance. New York: Wiley-Interscience; 1986. p. 42-9.
 19. Endsley MR. Design and evaluation for situation awareness enhancement. *Proc Hum Factors Ergon Soc Annu Meet.* 1988;97-101.
 20. Salmon PM, Stanton NA, Walker GH, Jenkins D, Ladva D, Rafferty L et al. Measuring situation awareness in complex systems: comparison of measures study. *Int J Ind Ergon.* 2009;39:490-500.
 21. Endsley MR. Measurement of situation awareness in dynamic systems. *Hum Factors.* 1995;37: 65-84.
 22. Durso FT, Hackworth CA, Truitt T, Crutchfield J, Manning C.A. Situation awareness as a predictor of performance in en route air traffic controllers. *Air Traffic Control Q.* 1998; 6:1-20.
 23. Taylor RM. Situational Awareness Rating Technique (SART): the development of a tool for aircrew systems design. In: *Situation awareness in Aerospace operations (AGARD-CP-478)*. Neuilly Sur Seine: NATO-AGARD; 1990 p. 3/1 -3/17.
 24. Matthews MD, Beal SA. Assessing situation awareness in field training exercises. U.S. Army Research Institute for the Behavioural and Social Sciences; 2002.
 25. Smolensky MW. Toward the physiological measurement of situation awareness: the case for eye movement measurements. In: *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 37th Annual Meeting*. 1993 Oct 11-15 Seattle: USA. Santa Monica: Human Factors and Ergonomics Society; 1993 p. 41.